

Title	Study on Decision Assistance System of Fundamental Machine Tool Structure
Author(s)	龔, 張勇
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59226
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照 ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【17】

氏 名 俞 張 勇 (Zhangyong YU)

博士の専攻分野の名称 博 士 (工学)

学 位 記 番 号 第 2 4 9 3 3 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 23 年 9 月 20 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

工学研究科機械工学専攻

学 位 論 文 名 Study on Decision Assistance System of Fundamental Machine Tool Structure

(工作機械の基本構造決定支援システムの研究)

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 竹内 芳美

(副査)
教 授 荒井 栄司 教 授 梅田 靖

論 文 内 容 の 要 旨

With rapid growth and development of machine tools, it is an important topic to improve their process capabilities, and engineers and technologists had obtained some achievements in the last decades. However, as long with the improvement of technology in machining fields, requirements for machine tools become higher. Further more, the goal of present manufacturing technology is to produce machine tools in a shortest time and most cost effective way. In present, design engineers can propose a lot of machine tool prototypes. However, it is difficult to find out the suitable one in a short time. Thus, this study deals with a decision assistance system, which can support the design engineers to determine a suitable structure in a short time in the conceptual and fundamental design stage. Because the determined machine tool structure with higher static, dynamic and thermal behaviors, the refinement times can be shorted, saving the total design time.

The key point of this study is considered that the components of the machine tools are approximated into a set of beam elements. Since the degree of freedom (DOF) of the beam structure of machine tools is small, the determining process can be completed in a short time and the total design time and cost including detail design prototyping and testing stage can be saved. Firstly, design engineers propose several structural prototypes of machine tool on the basis of module method or their experiences. Then, these proposed prototypes are modeled by a set of beam elements. In addition, the sliding joint elements and feed drive mechanisms are the essential parts of the machine tools and which influence the behaviors of the machines. Therefore, they are modeled and successfully integrated into the total model of the machine tool structure. After analyzing the static, dynamic and thermal behaviors of these prototypes, the engineers can select the suitable beam structure on the basis of analytic results. Finally, by using the conversion approach that proposed in this study, the actual structure can be decided.

Taking out of the above contents, the thesis consists of six chapters: Introduction, Decision assistance system, Conversion from beam structure into actual structure, Consideration of sliding joint elements, Consideration of feed drive mechanisms and Concluding remarks. This concept of decision assistance system has the potential applications in structural design of machine, where higher static, dynamic and thermal behaviors are required.

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、時間のかかる工作機械の構造設計を短時間で達成するため、構造決定支援システムを提案するものである。工作機械構造の静剛性、動剛性および熱剛性の解析に加え、スライド部、駆動機構の評価にも対応できる。本研究で得られた主な成果は次のとおりである。

第 1 章「序論」では、工作機械構造の重要性を述べ、工作機械の性能とコストの 8 割が決まるとされている概念設計・基本設計段階で、適切な構造を選定することの必要性を説明するとともに、現在の設計法に対し、機械構造をはりで近似し、短時間で要求仕様を達成する構造決定支援システムを提案している。

第 2 章「決定支援システム」では、システムが工作機械構造の提案、モデル化、解析、選択、変換の 5 ステップから成ることを説明している。このシステムでは工作機械構造を構成する部材をはりで近似する。それらのはり要素は 1 2 の自由度をもつ剛性マトリクスと質量マトリクスからなり、熱変形解析にも対応できる。はり構造全体の自由度が少ないため、構造の静剛性・動剛性および熱剛性を容易に解析でき、要求仕様に合致するはり構造を短時間で選択できることを示した。

第 3 章「はり構造の実構造変換」では、選択したはり構造を実際の工作機械構造に変換する手法を述べる。変換工程は実構造断面のデータが必要になる。各はりの比例係数、ならびにそれぞれのはりの断面二次モーメント、断面極二次モーメントの比例係数を定義し、それらの関係から各はりの適切な実構造断面を選択する。要求仕様に基づいてそれぞれ断面寸法を決定し、実構造が得られることを明らかにした。

第 4 章「スライド要素を考慮したシステム」では、工作機械のスライド部をシステムに組み込み、減衰能をもつスライド要素として取り扱えるようにしたもので、工具を空間の任意の位置に移動させた状態で機械構造を解析できる。スライド要素は工作機械構造の減衰に大きな影響を与えるため、工作機械の設計において考慮することは不可欠である。このスライド要素を組み込み、全構造をモデル化し、静剛性・動剛性を解析できることを確認した。

第 5 章「駆動機構を考慮したシステム」では、工作機械構造の剛性に大きな影響のある駆動機構を構造決定支援システムに組み入れたもので、設計者は工作機械構造設計において、あらかじめ駆動機構の違いによる静剛性・動剛性への影響を評価できるようになり、2 つの駆動モデルによってその効果を示した。

第 6 章「結論」では、各章をまとめ、結論としている。

以上のように、本論文は、工作機械設計者の労力低減と工作機械開発のリードタイム短縮を目指す構造決定支援シ

システムを構築したものであり、その工学的価値と独創性は特筆すべきものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。